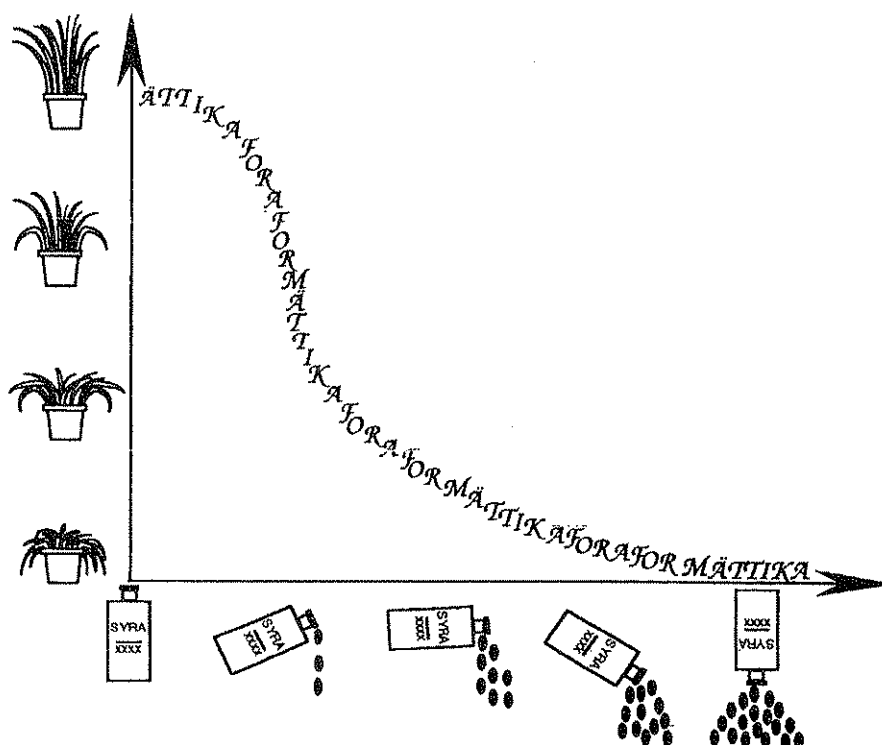


**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Ättika och Foraform (ammoniumtetraformiat) för ogräsbekämpning

**Acetic acid and Foraform (ammoniumtetraformiate) for
weed control**

David Hansson



**Institutionen för lantbruksteknik
Avd för park- och trädgårdsteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering**

**Rapport 179
Report**

**Alnarp 1994
ISSN 0283-0086
ISRN SLU-LT-R-179-SE**

DOKUMENTDATABLAD för rapportering till SLU:s lantbruksdatabas LANTDOK,
Svensk lantbruksbibliografi och AGRIS (FAO:s lantbruksdatabas)

Institution/motsvarande Institutionen för lantbruksteknik		Dokumenttyp Rapport	
		Utgivningsår 1994	Målgrupp F R
Författare/upphov Hansson, D.			
Dokumentets titel Ättika och Foraform (ammoniumtetraformiat) för ogräsbekämpning. Acetic acid and Foraform (ammoniumtetraformiate) for weedcontrol.			
Ämnesord (svenska och /eller engelska) Weed control, Weeds, Acetic acid, Ammoniumtetraformiate, Organic acids, Hard surface areas. Ogräsbekämpning, Alternativ ogräsbekämpning, Ogräs, Ättika, Foraform, Organiska syror, Karboxylsyror, Hårdgjorda ytor.			
Projektnamn (endast SLU-projekt)			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr Sveriges Lantbruksuniversitets, Institutionen för lantbruksteknik, Rapport nr 179		ISBN/ISRN SLU-LT-R--179 -SE	
		ISSN 0283- 0086	
Språk Svenska	Smf-språk Svenska	Omfång 23 s	Antal ref. 24

Postadress

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Uttunabiblioteket, Förförsvärdelningen/LANTDOK
Box 7071
S- 750 07 UPPSALA
Sweden

Besöksadress

Centrala Utluna 22
Uppsala

Telefonnummer

018-67 10 00 vx
018-671103

Telefax

018-3010 06

1	SAMMANFATTNING	1
2	SUMMARY	2
3	INLEDNING	3
4	LITTERATURÖVERSIKT	4
4.1	Beskrivning av ättika	4
4.2	Beskrivning av Foraform	4
4.3	Organiska syrors verkningsätt på växter	4
4.4	Produktion av biologisk och petroleumbaserad ättika	5
4.5	Koncentration - flyktighet - gasverkan	6
5	MATERIAL OCH METOD	7
5.1	Sprutteknik och testogräs	7
5.2	Inledande försök med vitsenap	8
5.3	Inledande försök med vitgröe	8
5.4	Huvudförsök med vitsenap	9
5.5	Huvudförsök med vitgröe	10
5.6	Analys av pH-värde	11
5.7	Statistiska modeller	11
6	RESULTAT	13
6.1	Inledande försök med vitsenap	13
6.2	Inledande försök med vitgröe	13
6.3	Huvudförsök	15
6.4	pH-förändring i torvjord vid tillförsel av ättika och Foraform	18
7	DISKUSSION	20
7.1	Verkningsätt	20
7.2	Dosbehov	20
7.3	Förändring av pH i jord	21
8	ORDLISTA	22
9	LITTERATUR	23

FÖRORD

Denna rapport redovisar resultaten från de ogräsbekämpningsförsök som har gjorts under sommaren 1993 med Perstorps ättika och Foraform (ammoniumtetraformiat). Arbetet har finansierats av Perstorp Specialkemi Formox. Planering och genomförande av försöken samt sammanställning av resultaten har gjorts vid Avdelningen för park- och trädgårdsteknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp. pH-analysen har gjorts av Perstorp Specialkemi Formox. Sven-Erik Svensson vid Avdelningen för park- och trädgårdsteknik har planerat och varit ansvarig för projektet.

Jag vill rikta ett stort tack till hortonom David Hansson som genomfört försöket och bearbetat försöksresultaten samt skrivit rapporten. Ett stort tack även till hortonom Johan Ascard vid Avd. för park- och trädgårdsteknik samt universitetslektor Jan-Eric Englund som har hjälpt till med den statistiska analysen av resultaten. Dessutom vill jag tacka Magnus Nilsson som har varit behjälplig vid utförandet av försöket.

Intresset för allmänskemikalier som ogräsbekämpningsmedel, t.ex. ättika, har ökat, alltsedan ogräsbekämpning med traditionella kemiska bekämpningsmedel av miljöskäl förbjudits i de flesta svenska kommuner. Man menar att ett ämne klassat som livsmedel bör vara helt ofarligt för miljön.

Även om försöksresultaten visar att ättika och Foraform kan användas som ogräsbekämpningsmedel, krävs det ytterligare undersökningar för att klarlägga vilka miljöeffekter etc som kan uppstå vid användningen av ämnena som ogrärsmedel. Denna rapport bör kunna ligga till grund för bedömning av de miljökonsekvenser som kan uppstå vid användning av ättika och Foraform.

Avdelningen för park- och trädgårdsteknik kommer i en förstudie finansierad av Svenska kommunförbundet att under våren 1994 utreda miljökonsekvenser av att använda ättika som ogräsbekämpningsmedel på hårdgjorda ytor.

Avdelningen för park- och trädgårdsteknik vid Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp, januari 1994.

Sven-Erik Svensson

1 SAMMANFATTNING

De flesta av landets kommuner har förbjudit kemisk ogräsbekämpning på gatumark. Behovet att få fram nya miljövänliga alternativ till kemisk bekämpning har därmed ökat. Hos flera kommuner har intresset riktats mot ättika som ogräsbekämpningsmedel. Detta har föranlett försök med ättika och Foraform för ogräsbekämpning. Arbetet har finansierats av Perstorp Specialkemi Formox.

Ättiksyra är ett naturligt förekommande ämne i naturen. Det bildas bl.a. då växter förmultnar under anaeroba förhållanden och bryts ned under aeroba förhållanden. Tidigare försök har visat att ättika kan hämma tillväxten av kornplantors rötter och även hindra frön från att gro.

Foraform är ett flytande ensileringsmedel som används inom lantbruket vid ensilering av grönmassa. Foraform är baserat på myrsyra (HCOOH), som är bunden till ammoniak (NH_3) i en kemisk förening som kallas ammoniumtetraformiat ($\text{HCOONH}_4 \cdot 3\text{HCOOH}$).

Försök gjordes sommaren 1993 för att undersöka, vid vilken dos av ättika och Foraform, med två olika koncentrationer, som 90% av ogräsen dör (LD_{90}). De koncentrationer som användes av ämnena var 24% och 6%. De testogräs som användes var vitsenap (*Sinapis alba*) och vitgröe (*Poa annua*). En undersökning gjordes för att beskriva hur jordens pH-värde förändrades efter besprutning med ättika och Foraform.

För att uppnå 90% ogräsdöd på antalet vitsenapsplantor (LD_{90}) vid behandling i 4 - 6 bladstadiet behövdes 0.27 l/m² 24% ättika (≈ 0.064 l/m² 100% ättika) och 0.29 l/m² för 24% Foraform (≈ 0.069 l/m² 100% Foraform). Motsvarande värden för koncentrationen 6% var 0.80 l/m² (≈ 0.048 l/m² 100% ättika) resp. 0.72 l/m² (≈ 0.045 l/m² 100% Foraform). Planttätheten var i försöket 354 st per m² och ogräsvikten var 616 g per m². Försöket visade att ättika och Foraform hade liknande verknings sätt på testogräset vitsenap.

För att uppnå 90% ogräsdöd av vitgröe (34500 skott/m², och 8 cm högt) behövdes 0.28 l/m² 24% Foraform (≈ 0.068 l/m² 100% Foraform). LD_{90} -värdena var 0.96 l/m² för 6% ättika (≈ 0.058 l/m² 100% ättika) och 0.75 l/m² för 6% Foraform (≈ 0.045 l/m² 100% Foraform). Försöket kunde ej påvisa att ättika och Foraform hade liknade verknings sätt på vitgröe.

Det gick åt lägre dos aktiv substans med 6% lösningar än med 24% lösningar. För 90% ogräsdöd kunde dosen reduceras med 1/4 ättika resp. 1/3 Foraform, när vitsenap och vitgröe behandlades.

Efter behandling med 0.24 l/m² 24% ättika och Foraform sjönk pH-värdet i torvjord från 7.3 till ca 5.6. Efter två dygn hade pH-värdet i jorden återgått till det ursprungliga.

Även om försöken visar att ättika och Foraform i koncentrationerna 6% och 24% fungerar för ogräsbekämpning, kan en storskalig användning av dessa ämnen på hårdgjorda ytor inte rekommenderas, förrän det är utrett vilka miljö- och arbetsmiljökonsekvenser som uppstår när de användes som ogräsbekämpningsmedel. Vidare saknas det kunskaper och erfarenheter om hur omgivande vegetation samt beläggningsmaterial (betongplattor, gatsten m.m.) påverkas av behandlingen.

2 SUMMARY

Most of Sweden's municipalities have forbidden chemical weed control on hard surfaces in towns. This has led to a growing need for new environment-friendly alternatives to chemical weed control. Several municipalities are interested in acetic acid for weed control. Trials have been carried out using acetic acid and Foraform to control weeds. Perstorp Specialkemi Formox have financed these trials.

Acetic acid is a natural substance. It is formed when plants decompose under anaerobic conditions and is broken down under aerobic conditions. Previous trials have shown that acetic acid can curb the growth of barley plants' roots and also prevent seeds from germinating.

Foraform is a liquid used in farming for ensilating grass. Foraform is made from formic acid (HCOOH), linked to ammonia (NH_3) in a chemical compound called ammoniumtetraformiate ($\text{HCOONH}_4 \cdot 3\text{HCOOH}$).

We carried out trials during the summer of 1993 to investigate what concentration of acetic acid and Foraform is required for 90% of the weeds to die (LD_{90}). We used concentrations of 24% and 6%. The test weeds were *Sinapis alba* and *Poa annua*. We investigated how the acidity of peat soil was affected by spraying with acetic acid or Foraform.

To kill 90% of the *Sinapis* plants (LD_{90}) treated in the four to six leaf stage required 0.27 l/m^2 24% acetic acid (= approximately 0.064 l/m^2 100% acetic acid) and 0.29 l/m^2 for 24% Foraform (= 0.069 l/m^2 100% Foraform). The equivalent values for the 6% concentration was 0.80 l/m^2 (= 0.048 l/m^2 100% acetic acid) and 0.72 l/m^2 (= 0.045 l/m^2 100% Foraform) respectively. The plant density in the trial was 354 plants per m^2 and the weight of the weeds was 616 grammes per m^2 . The trial showed that acetic acid and Foraform had a similar effect on the tested weed *Sinapis alba*.

To kill 90% of the *Poa annua* (34 500 shoots/ m^2 and 8 cm tall) required 0.28 l/m^2 24% Foraform (= approximately 0.068 l/m^2 100% Foraform). The LD_{90} values were 0.96 l/m^2 for 6% acetic acid (= 0.058 l/m^2 100% acetic acid) and 0.75 l/m^2 for 6% Foraform (= 0.045 l/m^2 100% Foraform). No conclusion can be drawn from the trials concerning any similarity in effect between acetic acid and Foraform on *Poa annua*.

A smaller quantity of the active substance (dose) was required with 6% solutions than with 24% solutions at (LD_{90}). The dose could be reduced by a quarter for the acetic acid and by a third for Foraform, when *Sinapis alba* and *Poa annua* were treated with 6% solutions.

The pH-value of peat soil sank from 7.3 to 5.6 after treatment with 0.24 l/m^2 of 24% acetic acid or Foraform. The original pH-value of the soil was restored after two days.

Even though the trials with acetic acid and Foraform in concentrations of 6% and 24% show that they can be used for weed control, they cannot be recommended for use on a large scale on hard surfaces until we have investigated their impact on the environment and the implications for the user. Moreover, we lack knowledge and experience of how surrounding vegetation and surface material (concrete, paving etc) are affected by the treatment.

3 INLEDNING

Intresset för att få fram alternativ till kemisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor i tätorter har ökat. År 1991 hade ca 220 av landets 284 kommuner förbjudit kemisk ogräsbekämpning på gatumark. Istället används manuella, mekaniska och termiska bekämpningsmetoder. Dessa metoder är både arbetskrävande och kostsamma. Förvaltarna av hårdgjorda ytor efterfrågar därför nya miljövänliga metoder som kan komplettera sopning, ogräsborstning, harvning, flamning (termisk bekämpning) och handrensning.

I flera kommuner har intresset börjat riktats mot allmänkemikalier som ättika för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor. Perstorp Specialkemi Formox har märkt det ökade intresset för ättika som ogräsmedel. De finansierade därför ett försök vars mål var att ta reda på vilken dos (l/m^2) av ättika och Foraform, som krävdes för att 90% av ogräsen skulle dö (LD_{90}). Som testogräs användes vitsenap och vitgröe. Vidare undersöktes om koncentrationen av ämnena hade någon betydelse för testogräsens död. I försöket undersöktes även hur pH-värdet i jorden påverkades av behandlingen.

4 LITTERATURÖVERSIKT

4.1 Beskrivning av ättika

Ättika (CH_3COOH) är en alifatisk karboxylsyra, med molekylvikten 60.05 g/mol. Ättika räknas till de svaga syrorna (Solomons, 1988). Dess pK_a -värde är 4.76, d.v.s. vid pH-värde 4.76 finns det lika mycket CH_3COOH som det finns CH_3COO^- . Föreningen buffrar i pH-intervallet 3.76 - 5.76 (Lehninger, 1982).

Ättika är en naturligt förekommande förening i naturen. Då olika växter bryts ned avger de under anaeroba (syrefattiga) förhållanden olika halter av ättiksyra. Föreningen bildas av cellulosa och hemicellulosa under anaeroba förhållanden (Harper & Lynch 1982). Vid kompostering bildas olika organiska syror: ättiksyra, propionsyra, isosmörsyra, smörsyra, isovaleriansyra. Koncentrationen av dessa syror är som störst i början av komposteringsprocessen (DeVleeschauwer m.fl., 1981).

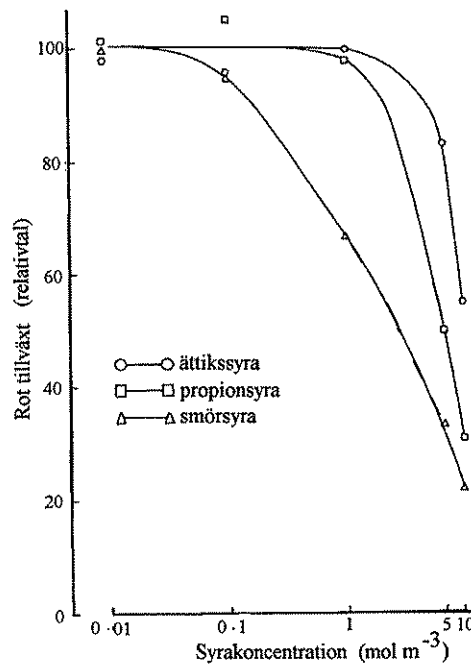
Vid aeroba (syrerika) förhållanden sker det en mikrobiell nedbrytning av ättiksyran (Lynch, 1980).

4.2 Beskrivning av Foraform

Foraform är ett flytande ensileringsmedel som används inom lantbruket vid ensilering av grönmassa. Foraform är baserat på myrsyra (HCOOH), som är bunden till ammoniak (NH_3) i en kemisk förening som kallas ammoniumtetraformiat ($\text{HCOONH}_4 \cdot 3\text{HCOOH}$). Myrsyrans kemiska bindningar till ammoniaken är svaga och vid kontakt med växtsaften i grönmassan frigörs myrsyran. Ensileringsegenskaperna är därefter jämförbara med vanlig myrsyra (Anonym, 1993b). Myrsyra är liksom ättiksyra en svag karboxylsyra (Hart, 1983), (Solomons, 1988).

4.3 Organiska syrors verkningsätt på växter

Vissa alifatiska syror bl.a. ättiksyra kan förhindra tillväxten av kornplantors rötter vid koncentrationer på 5 mol/m^3 och pH 5.5 i jorden (Figur 1) (Lynch, 1980). Då pH-värdet var 6.5 påverkades rötterna knappast av ättik-, citron- eller smörsyra vid samma koncentration (5 mol/m^3). Ättiksyrans toxicitet tycks alltså vara störst vid lågt pH. Förklaringen till att organiska syrors toxiska effekt ökar med sjunkande pH, är att växtvävnadens permeabilitet för den odissocierade (H-jonen är bunden till syramolekylen) formen av syran ökar. Frön tar t.ex. upp ^{14}C -acetat fyra gånger lättare vid pH 5.5 än vid pH 7.0. De organiska syrorna kan vid koncentrationer på millimolarnivåer orsaka att rötterna förlorar joner och hindra dess tillväxt. Läckaget av joner från rötterna är relaterat till koncentrationen av den odissocierade syran. Lynch (1980) har även sett att ättiksyra i sig själv är toxisk. De olika alifatiska syrornas toxicitet (t.ex. ättik-, propion- och smörsyra) ökar med kolkedjans längd. Ättiksyra är en av de minst toxiska alifatiska syrorna, men p.g.a. att den kan bildas i jorden av mikroorganismer i fytotoxiska koncentrationer, har ättiksyran en stor betydelse för påverkan på växterna.



Figur 1. Organiska syrors effekt på rottillväxten vid pH 5.5 (Efter Lynch, 1980).

I aerob miljö sker en mikrobiell nedbrytning av ättiksyran, vilket leder till att dess gröningshämmande aktivitet minskar. Frön kan dock förhindras att gro av ättiksyra då låga syrekoncentrationer råder (Lynch, 1980).

4.3.1 Ogräsbekämpningseffekt av syror

Det finns inga kända rapporter i litteraturen om hur ättiksyra påverkar växtens ovanjordiska delar. Däremot vet man att svavelsyra (som visserligen är en stark syra jämfört med ättiksyra) är typiskt kontaktverkande. Vid kontaktverkan sätts transportmekanismerna i växten ur funktion. Mot ogräs med skyddade underjordiska delar har sådana medel dålig effekt. En del kontaktverkande herbicider kan dock, om de tillförs jorden, tas upp genom rötterna och spridas med bl.a. transpirationsströmmen.

Många herbicider är svaga organiska syror som i odissocierad form är fettlösliga men i dissocierad form (H-jonen är frigjord från syramolekylen) vattenlösliga (Åberg, 1974).

4.4 Produktion av biologisk och petroleumbaserad ättika

Ättika framställdes ursprungligen genom kolning av trä. Vid torrdestillation omvandlades veden till träkol, samtidigt som ättika bildades. Därefter avskiljdes ättikan från övriga produkter och renades (Anonym, 1993a).

Vid framställning av biologisk ättika är råvaran alltid socker i en eller annan form t.ex. spannmål, frukter, vindruvor etc. Sockret omvandlas till alkohol och koldioxid genom en jäsningsprocess. I en oxidativ process reagerar alkoholen med hjälp av ättiksyrabakterier med luft till ättika. Detta uppnår man genom att låta alkoholen sakta rinna ned över bokspån, som underifrån genomblåses av luft. På detta sätt får man en mycket stor kontaktyta mellan alkoholen och den genomströmmande luften (Anonym, 1993d).

Vid den nu helt dominerande metoden att framställa ättika, används petroleum som råvara. I denna metod utsätts petroleum för högt tryck och hög temperatur (600°C). De långa kolkedjorna splittras då i kortare enheter (krackning) och oxideras till bl.a. olika karboxylsyror. Till största delen bildas ättiksyra. Ättiksyra renas genom destillation till isättika (Anonym, 1993c).

4.5 Koncentration - flyktighet - gasverkan

Enligt Henry's lag är ett ämnes ångtryck proportionellt mot koncentrationen av lösningen (Atkins, 1992). Ju högre ångtrycket är desto flyktigare är ämnet (Bäckström & Reineskog, 1993). Koncentrerade lösningar är alltså flyktigare än utspädda lösningar.

$$p_B = x_B \cdot K_B$$

(p_B = ångtrycket (Pa), x_B = lösningens molaritet (mol / kg), K_B = Henry's konstant (Atkins, 1992)).

På grund av Henrys lag kommer koncentrationen i gasfasen vara 4 gånger högre vid 24% lösningar av ättika och Foraform än vid 6 % lösningar. Detta leder till större gasverkan på omgivande vegetation vid högre koncentrationer av preparaten.

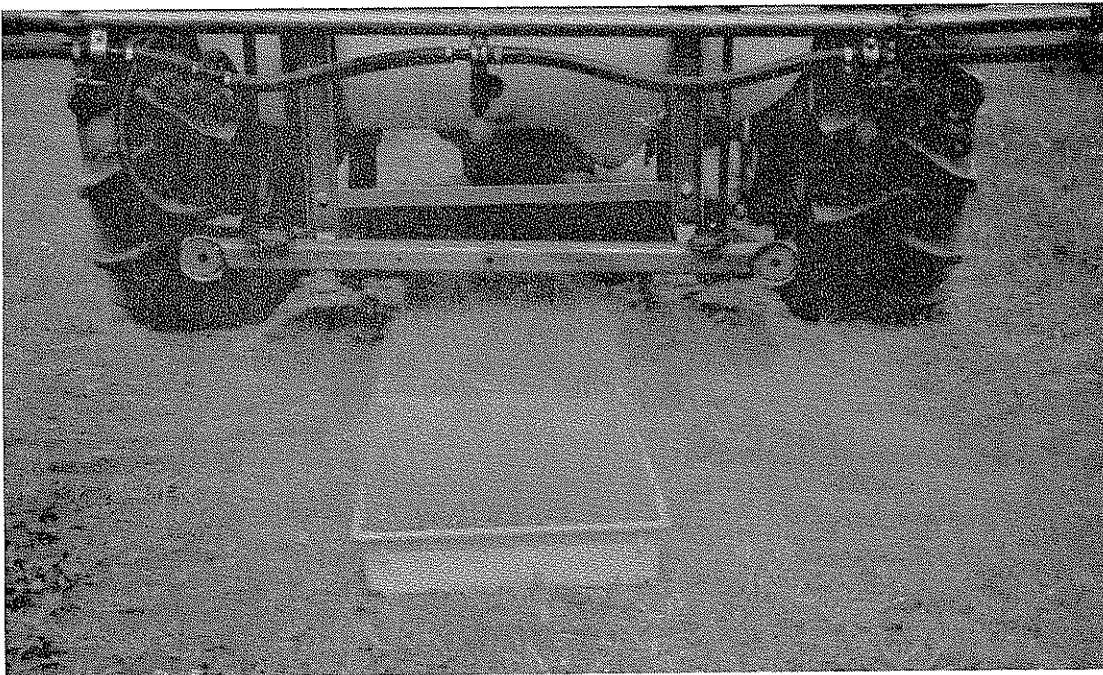
5 MATERIAL OCH METOD

Den ättika och Foraform som har använts i försöket kom från Perstorp Specialkemi Formox. Ättikan som användes i försöken betecknas som kemiskt ren ättiksyra. Foraform används normalt vid ensilering av grönmassa. Syrorna levererades med 24% koncentration. För att få fram de 6%-iga lösningarna späddes ättikan med kranvatten.

Försöken delades upp i två steg, inledande försök och huvudförsök. Syftet med detta var att i de inledande försöken finna lämpliga doser för huvudförsöken.

5.1 Sprutteknik och testogräs

Alla besprutningarna utfördes med en Hardi traktorburen spruta (Figur 2) som hade ett konstant spruttryck på 3 bar. De munstycken som användes i försöken var Hardi 4110-12 och 4110-36. Bomhöjden var vid alla försöken 50 cm. Vätskemängderna varierades med traktorns hastighet och genom att spridarmunstycke skiftades.



Figur 2. Behandling av vitgröeplantor med traktorburen spruta (Foto. David Hansson).

Testogräsen i försöken var vitsenap (*Sinapis alba*) och vitgröe (*Poa annua*). De valdes för att undersöka hur en tvåhjärtbladig växt och ett gräsogräs påverkas av ättika och Foraform. Vitsenap är en tvåhjärtbladig ört, som är ett väl beprövat testogräs i olika ogräsförsök. Vitgröe är ett mycket vanligt gräsogräs på bl.a. hårdgjorda ytor.

5.2 Inledande försök med vitsenap

Vitsenapsfrön (ca 50 st) såddes i tjugo lådor med torvjord (Weibulls enhetsjord. Så-/pluggjord). Efter sådden i slutet av april ställdes lådorna i växthus som luftades vid 17 °C. Plantorna bevattnades vid behov med ogödslat vatten.

Vid behandling var vitsenapen i 2 - 4 bladstadiet och ca 5 cm hög. Vätskemängd och dos aktiv substans (100% ättiksyra eller Foraform) av 24% ättika och 24% Foraform per m² i de behandlade leden anges i Tabell 1.

Tabell 1. Inledande försök med vitsenap och vitgröe. Led 1 till 10 användes i försöket med vitsenap och led 2 till 11 användes i försöket med vitgröe. Spridartyp, dos aktiv substans och vätskemängd av 24% ättika och 24% Foraform samt körhastighet

Led	Spaltspridare Hardi ¹⁾	Dos aktiv substans (l/m ²)	Vätskemängd		Hastighet (km/h)
			(l/m ²)	(l/min)	
1	4110-12	0.0026	0.011	0.75	8
2	4110-12	0.0053	0.022	0.75	4
3	4110-12	0.011	0.045	0.75	2
4	4110-36	0.014	0.06	4.00	8
5	4110-36	0.019	0.08	4.00	6
6	4110-12	0.022	0.09	0.75	1
7	4110-36	0.029	0.12	4.00	4
8	4110-12	0.043	0.18	0.75	0.5
9	4110-36	0.058	0.24	4.00	2
10	4110-36	0.115	0.48	4.00	1
11	4110-36	0.23	0.96	4.00	0.5

¹⁾Bomhöjd = 50 cm. Spridartryck 3.0 bar.

Vid behandlingen av vitsenapen togs lådorna ut på ett fält och besprutades. Temperaturen var vid behandlingen ca 20°C, soligt och det blåste svag vind. Elva dagar efter behandlingen räknades antalet överlevande plantor. Med vägledning av resultaten bestämdes vilka behandlingar som skulle ingå i huvudförsöket med vitsenap.

5.3 Inledande försök med vitgröe

I början av juni såddes tjugo lådor (40 x 60 cm) med 2.7 g vitgröefrön per låda i torvjord (Hammenhøgs Kronmull, Så-/pluggjord). Fröna täcktes med 0.5 cm torvjord, som ströddes över med ett säll. Lådorna ställdes i ett växthus som luftades vid 19°C. Plantorna vattnades vid behov med ogödslat vatten.

Plantorna besprutades 38 dagar efter sådd. Gräset var då klippt två gånger till fyra cm höjd. Gräset hade vid behandlingen växt i tre dagar efter den sista klippningen, och var ca sex cm högt. De olika leden med 24% ättika och 24% Foraform framgår av Tabell 1.

Besprutningen utfördes inomhus i en försökshall. Tjugo dagar efter bekämpningen gjordes en okulär bedömning av andelen överlevande skott med en 0 - 9 gradig skala. 0 = 90 - 100% överlevnad, 9 = 0 - 10% överlevnad. Samtidigt med den okulära bedömningen togs två torvpluggar ut från varje låda, med ett borr på 4.5 cm i diameter, för att räkna andelen överlevande skott enligt en metod utarbetad vid Alnarp (Svensson, 1977). Med vägledning av resultaten från det inledande försöket bestämdes vilka behandlingar som skulle ingå i huvudförsöket med vitgröe.

5.4 Huvudförsök med vitsenap

Vitsenap såddes i slutet av maj på ett fält med moränlera i Alnarp. Försöket delades upp som ett traditionellt randomiserat blockförsök med tre upprepningar. Storleken på parcellerna var 1.5 x 3.0 m. De tre faktorer som varierades var preparat (ättika eller Foraform), preparatets koncentration (6% eller 24%) och dos (4 doser aktiv substans) (Tabell 2).

Vid behandlingen var vitsenapsplantorna i 4 - 6 bladstadiet och 7 - 13 cm höga. Plantorna vägde 1.74 g/st och planttätheten var 354 st/m². Dessutom fanns det en del mindre plantor i hjärtbladstadiet som grott sent p.g.a. torrt och varmt väder efter sådd. De vätskemängder av 24% ättika och 24% Foraform som användes var 0.12, 0.18, 0.24 och 0.36 l/m². För att få fram samma dos (liter verksamt beståndsdel) per ytenhet med 6% ättika och 6% Foraform som av de 24%-iga lösningarna, ökades ovanstående vätskemängder fyra gånger till 0.48, 0.72, 0.96 och 1.44 l/m² (Tabell 2). Praktiskt gjordes detta genom att spruta varje parcell fyra gånger med 6%-iga lösningar (ex. 4 x 0.12 l/m² = 0.48 l/m²). Vid behandlingen var det soligt och ca 20°C, uppehållsväder, ca 3 m/s vindhastighet. Vädret var under tiden från behandlingen till avläsningen (7 dagar) mestadels soligt, uppehållsväder och ca 20°C.

I varje parcell räknades och vägdes överlevande plantor i två rutor på vardera 0.25 m².

Tabell 2. Huvudförsök med vitsenap. Led 1 - 8 behandlades med ättika. Led 9 - 16 behandlades med Foraform. Koncentration, spridartyp, dos aktiv substans och vätskemängd av ättika och Foraform samt körhastighet i behandlingsleden

Led	Koncentration (%)	Spaltspridare Hardi ¹⁾	Dos aktiv substans (l/m ²)	Vätskemängd		Hastighet (km/h)
				(l/m ²)	(l/min)	
1, 9	24	4110-36	0.029	0.12	4.00	4.0
2, 10	24	4110-36	0.043	0.18	4.00	2.7
3, 11	24	4110-36	0.058	0.24	4.00	2.0
4, 12	24	4110-36	0.086	0.36	4.00	1.3
5, 13	6	4110-36	0.029	0.48 ²⁾	4.00	4.0
6, 14	6	4110-36	0.043	0.72 ²⁾	4.00	2.7
7, 15	6	4110-36	0.058	0.96 ²⁾	4.00	2.0
8, 16	6	4110-36	0.086	1.44 ²⁾	4.00	1.3
17 - 19	0 (obehandlat)		0	0	0	0

¹⁾ Bomhöjd = 50 cm. Spridartryck 3.0 bar.

²⁾ För att få ut rätt vätskemängd 6% preparat behandlades leden 4 gånger t.ex. 4 x 0.18 l/m² = 0.72 l/m².

5.5 Huvudförsök med vitgröe

I början av juni såddes, på samma sätt som i det inledande försöket med vitgröe, 66 lådor till huvudförsöket. Lådorna ställdes i ett växthus som luftades vid 19 °C. Plantorna vattnades vid behov med ogödslat vatten fram till slutet av juli då plantorna började behovsvattnas med gödslat vatten. Under uppdragningstiden sprutades gräset mot bladlöss med en pyretroid och mot gråmögel med Euparen (totylfluamid).

De tre faktorer som varierades var preparat (ättika eller Foraform), preparatets koncentration (6% eller 24%) och dos (4 doser aktiv substans) (Tabell 3). Plantorna besprutades 65 dagar efter sådd med ättiksyra och Foraform. Gräset hade vid bekämpningen växt i drygt en vecka efter den sista klippningen (av totalt tre klippningar), och var ca 8 cm högt. Den vätskemängd av 24% ättika och 24% Foraform som användes var 0.12, 0.18, 0.24 och 0.36 l/m². För att få fram samma dos (liter verksam beståndsdel) per ytenhet av 6% ättika och 6% Foraform som av de 24%-iga lösningarna, ökades ovanstående vätskemängder fyra gånger till 0.48, 0.72, 0.96 och 1.44 l/m² (se huvudförsök med vitsenap som testogräs) (Tabell 3). Vid behandlingen med ättika var det soligt och ca 20°C med en vindhastighet på 0 - 2 m/s. Följande dag sprutades resterande del av försöket med Foraform. Det var då uppehållsväder med växlande molnighet, ca 20°C och vindstilla.

Tabell 3. Huvudförsök med vitgröe. Led 1 - 8 behandlades med ättika. Led 9 - 16 behandlades med Foraform. Koncentration, spridartyp, dos aktiv substans och vätskemängd av ättika och Foraform samt körhastighet i behandlingsleden

Led	Koncentration (%)	Spaltspridare Hardi ¹⁾	Dos aktiv substans (l/m ²)	Vätskemängd ²⁾		Hastighet (km/h)
				(l/m ²)	(l/min)	
1, 9	24	4110-36	0.029	0.12	4.00	4.0
2, 10	24	4110-12	0.043	0.18	0.75	0.5
3, 11	24	4110-36	0.058	0.24	4.00	2.0
4, 12	24	4110-36	0.115	0.48	4.00	1.0
5, 13	6	4110-36	0.029	0.48 ²⁾	4.00	4.0
6, 14	6	4110-12	0.043	0.72 ²⁾	0.75	0.5
7, 15	6	4110-36	0.058	0.96 ²⁾	4.00	2.0
8, 16	6	4110-36	0.115	1.92 ²⁾	4.00	1.0
17 - 19	0 (obehandlat)		0	0	0	0

¹⁾ Bomhöjd = 50 cm. Spridartryck 3.0 bar.

²⁾ För att få ut rätt vätskemängd 6% preparat behandlades leden 4 gånger t.ex. $4 \times 0.18 \text{ l/m}^2 = 0.72 \text{ l/m}^2$.

De olika leden var likadana som i huvudförsöket med vitsenap, förutom att de högsta mängderna av preparaten hade höjts (Tabell 3). Försöket avlästes 15 dagar efter bekämpningen på samma sätt som i det inledande försöket med vitgröe.

5.6 Analys av pH-värde

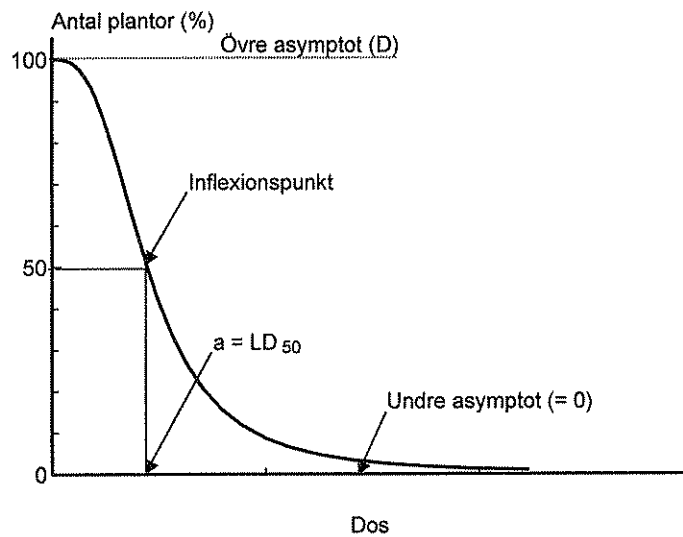
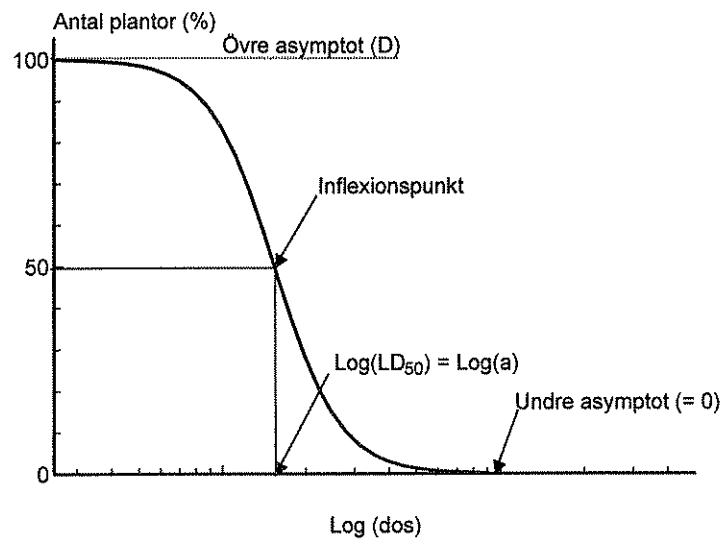
I det inledande försöket med vitgröe togs en serie jordprover för pH-analys. I försöket registrerades hur pH-värdet förändrades under den närmsta tiden efter besprutningen. Jordproven togs ut vid olika tidpunkter från de lådor som hade sprutats med 0.18 l/m² och 0.24 l/m², 24% ättika och 24% Foraform. pH-värdet bestämdes genom att till en volymsdel jord tillsätta 2.5 volymdelar destillerat vatten. Proven skakades och fick stå över natten. Därefter bestämdes värdet med en pH-meter. pH-analysen gjordes av Perstorp Specialkemi Formox.

5.7 Statistiska modeller

För att kunna få en uppskattning av hur stor mängd preparat som behövs för en viss ogräsdöd har resultaten i huvudförsöket anpassats till en dos-responsmodell, som beskriver hur ogräseffekten förändras med olika mängder av preparat. (Ascard, 1993; Streibig m.fl., 1993a) De modeller som har använts i försöken är väl beprövade i bl.a. flammingsförsök. De har dock inte tidigare använts i ogräsförsök med ättika och Foraform och är därför inte helt kontrollerade i dessa sammanhang:

$$y = \frac{D}{1 + (x / a)^b} \quad (1)$$

Responsvariabeln y är antalet eller andelen överlevande plantor. Denna logistiska modell består av tre parametrar. Modellen är symmetrisk kring sin inflexionspunkt, a , på en log (dos) skala. Parametern D är den övre asymptoten och parametern b är kurvans lutning vid a . Parametern a är LD₅₀ d.v.s. den dos som behövs för att 50% av ogräsen skall dö. Vätskemängden eller dosen betecknas med x . Det behövs ingen parameter för den undre asymptoten eftersom de inledande försöken visade att vitsenap och vitgröe dör helt vid höga doser och vätskemängder av preparaten (Figur 3, det övre diagrammet). På en linjär skala är D fortfarande den övre asymptoten och a anger LD₅₀ (Figur 3, det undre diagrammet). Resultaten från försöken har illustrerats med den sistnämnda formen av dos-responsdiagram.



Figur 3. Logistisk dos-responskurva. Den övre figuren visar antalet plantor plottat mot Log (dos). Den undre figuren visar antalet plantor plottat mot dosen (ej transformerad) (Efter Streibig m.fl., 1993a).

LD_{90} är den dos som behövs för att 90% av ogräsen skall dö. Om LD_{90} definieras som 10% av den övre asymptoten, D , i modell (1) kan den skrivas på följande sätt:

$$LD_{90} = 9^{1/b} a \quad (2)$$

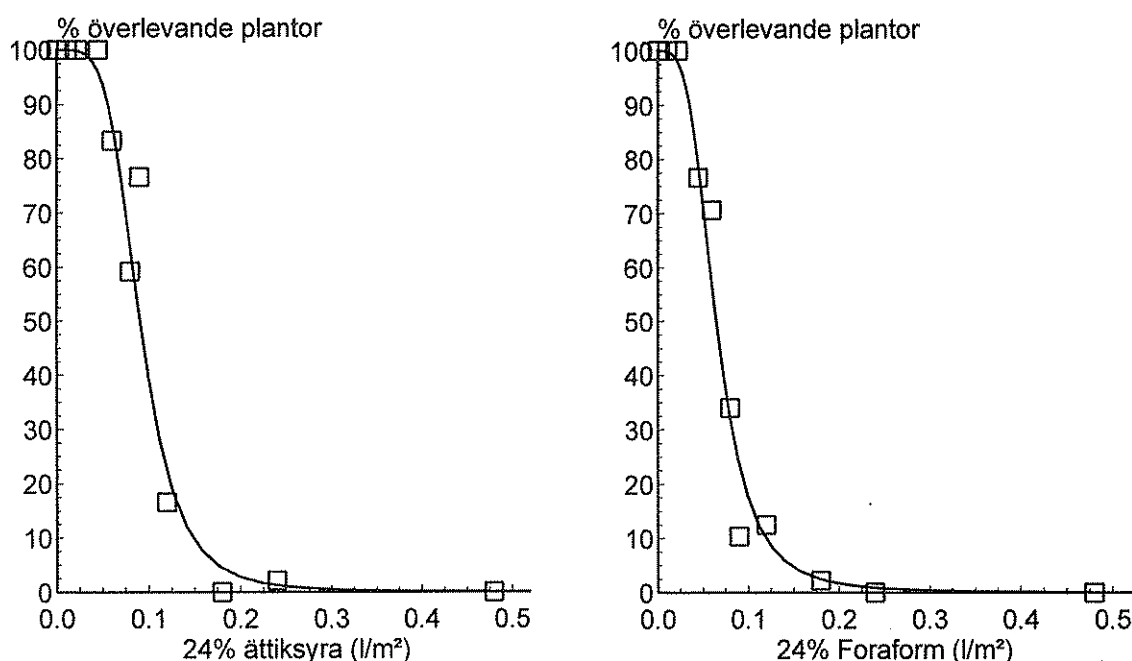
Med samma metod (modell (2)) kan andra LD-nivåer beräknas från de skattade parametrarna i modell (1). Följande uttryck kan erhållas om modell (1) och (2) slås ihop (Streibig m.fl., 1993b):

$$y = \frac{D}{1 + 9 (x / LD_{90})^b} \quad (3)$$

6 RESULTAT

6.1 Inledande försök med vitsenap

Det inledande försöket med vitsenap visade att det krävdes 0.1 - 0.2 l/m² 24% ättika och 24% Foraform för en 90%-ig ogräsreduktion (LD₉₀) (Figur 4). Vitsenapsplantorna hade endast svedda bladkanter i de led med lägst mängd preparat. Det krävdes 0.045 - 0.06 l/m² av de olika preparaten för att de första plantorna skulle dö.

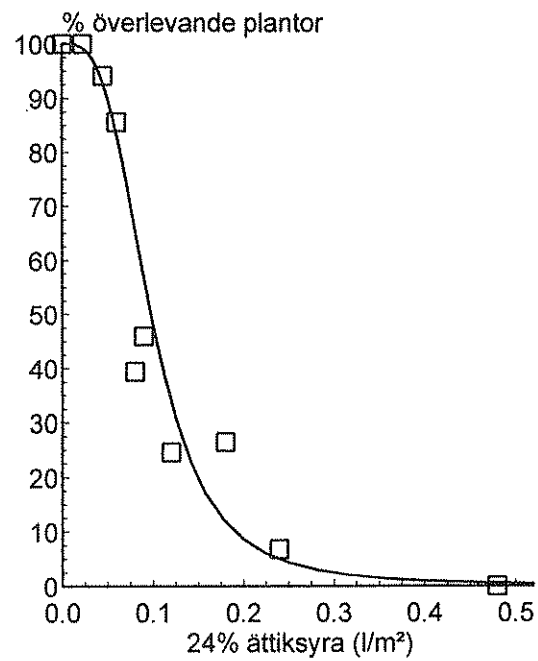


Figur 4. Effekt av 24% ättika (vänster) (□ — □) och 24% Foraform (höger) (□ — □) på växthusodlade vitsenapsplantor med 2 - 4 blad i inledande försök.

6.2 Inledande försök med vitgröe

På liknande sätt som för vitsenap gjordes ett inledande försök med vitgröe för att kunna bestämma rätt dos-intervall för huvudförsöket. Det visade sig att 24% ättika och 24% Foraform hade ungefär samma effekt på ogräset. Intervallet för LD₉₀ låg mellan 0.18 - 0.24 l/m² (Figur 5). Resultatet från behandlingen av vitgröe med 24% Foraform var ungefär detsamma som för 24% ättika. Vid de lägre mängderna av preparaten hade endast spetsen av bladskivorna vissnat. Vid så höga vätskemängder som 0.48 och 0.96 l/m² 24% ättika var vitgröeplantorna helt döda (Figur 6).

I försöket konstaterades att ättika och Foraform hade gasverkan på ogräset. Efter besprutningen ställdes alla lådor bredvid varandra. Grästopparna i de obehandlade lådorna vissnade på ett avstånd av ca 0.5 meter från de behandlade lådorna.



Figur 5. Effekt av 24% ättika på växthusodlad vitgröe 6 cm hög och efter två klippningar.
 (□ — □) 24% ättika.



Figur 6. Behandlade plantor från det inledande försöket med vitgröe. Nollan (höger i figur) är ej behandlad (Foto. David Hansson).

6.3 Huvudförsök

6.3.1 Koncentrationens betydelse för sprutresultatet

Försöken med vitsenap och vitgröe visade, att det behövs lägre dos med 6%-iga lösningar av ättika och Foraform än vid 24%-iga lösningar (Tabell 4).

Vid behandlingen av vitsenap med 6% ättiksyra krävdes det ca 1/4 mindre dos än vid behandling med 24% ättika för att få 90% ogräsdöd (LD_{90}). För att få samma LD_{90} -värde, vid behandlingen av vitsenap med Foraform, gick det åt 1/3 lägre dos Foraform med 6% lösning jämfört med 24% lösning.

För att få 90% ogräsdöd av vitgröe gick det åt ca 1/3 mindre dos av 6%-ig Foraform än av 24%-ig lösning.

I försöket med bekämpning av vitgröe med 24% ättika är det svårt att säga exakt hur stor skillnaden är i dosen mellan 6% och 24% lösningar vid LD_{90} . Orsaken är att det inte finns observationer i hela intervallet vid behandlingen av vitgröe med 24% ättika, vilket leder till den osäkra skattningen (extrapoleringen) utanför det observerade intervallet med högt s.e. (Figur 8). Försöksresultatet visar dock att 6% lösningar av ättika vid samma dos är effektivare än 24% lösningar av preparatet (Tabell 4).

Tabell 4. Beräknade LD_{90} -värde för dos (liter aktiv substans per m^2) i huvudförsöket med vitsenap och vitgröe enligt modell (1). Standard error (s.e.) är angivna i parenteserna

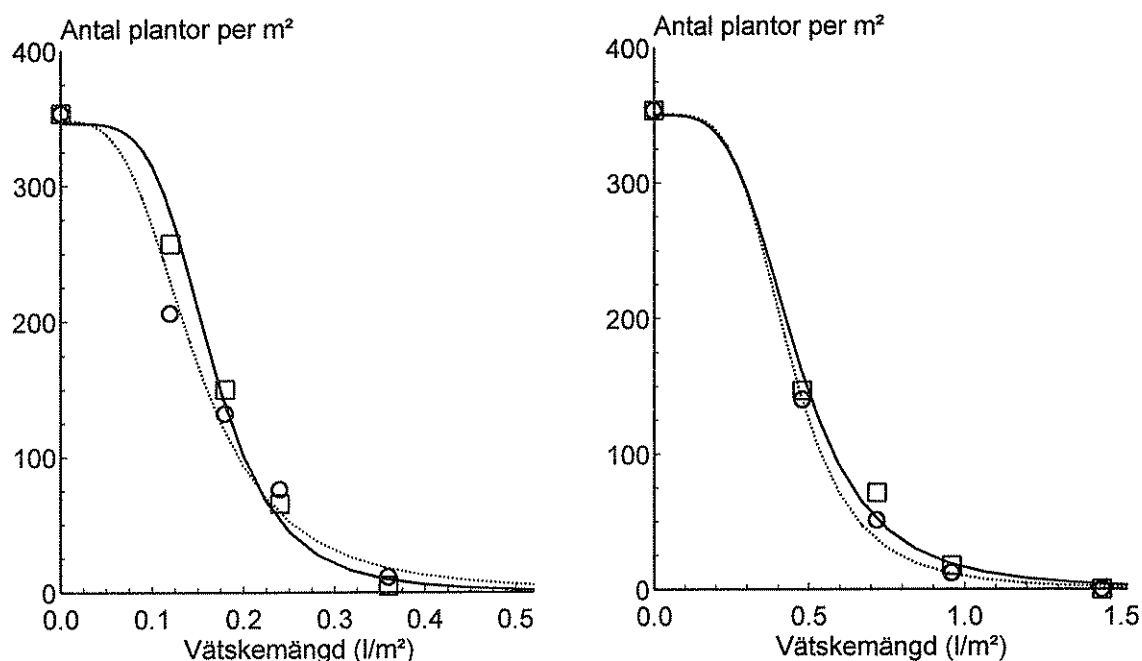
Konc.	Preparat	Vitsenap			Vitgröe		
		LD_{90} (Dos) (l/ m^2)	(s.e.)	R^2	LD_{90} (Dos) (l/ m^2)	(s.e.)	R^2
24%	Ättika	0.064	(0.003)	0.93	0.23*	(0.05)	0.65
24%	Foraform	0.069	(0.004)	0.93	0.068	(0.006)	0.88
6%	Ättika	0.048	(0.002)	0.96	0.058	(0.002)	0.90
6%	Foraform	0.044	(0.002)	0.94	0.045	(0.002)	0.94

* LD_{90} -värdet för 24% ättiksyra vid behandling av vitgröe är osäkert p.g.a. att det ligger utanför det observerade intervallet (Figur 8).

6.3.2 Jämförelse mellan ämnenas effektivitet, verkningssätt och LD_{90} -värden

Huvudförsöket med vitsenap visade att det inte var någon större skillnad mellan ämnenas effektivitet som ogräsbekämpningsmedel. Figur 7 visar att dos-responskurvorna för ättika och Foraform är ganska lika.

I analyser av herbicider antas att föreningar med samma verkningsätt har samma lutning på dos-responskurvan (parameter b i modell 1 - 3) d.v.s. parallella dos-responskurvor (Streibig, 1988). Försöket med vitsenap visar att b -värdena (Tabell 5) är relativt lika, vilket tyder på att de olika ämnena har liknande verkningsätt. Värdet på parametern b , lutningen på kurvan, kan påverkas av andra faktorer än av preparatets verkningsätt t.ex. skillnader i växtstorlek och olika jordförhållanden (Ascard, 1993).



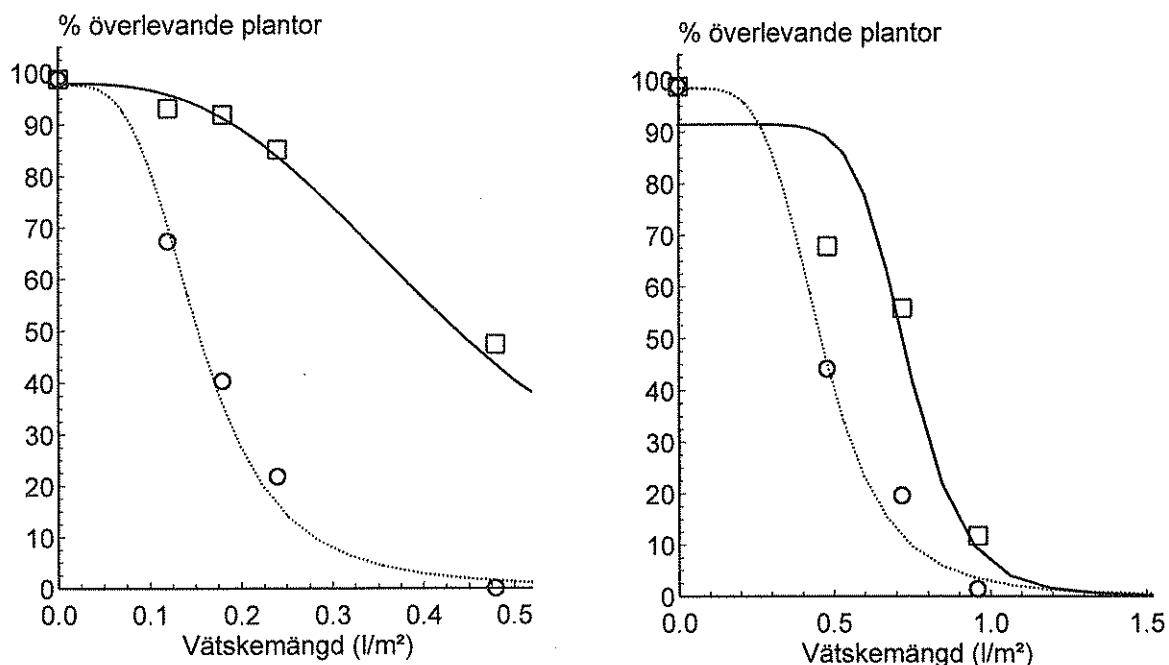
Figur 7. Effekt av 24%-ig ättika och 24%-ig Foraform (vänster), 6%-ig ättika och 6%-ig Foraform (höger) på vitsenap med 4 - 6 blad. (□ — □) ättika, (○ ○) Foraform. Dos-responskurva enligt modell (1) kap. 5.7 och parametrar enligt Tabell 6.

Vitsenapen dog vid ungefär lika stora vätskemängder av ättika som av Foraform (Tabell 5). För att få 90% ogräsreduktion gick åt knappt 10% mindre vätskemängd av 24% ättika än av 24% Foraform. Vid behandlingen med 6%-iga lösningar gick det vid LD_{90} åt ca 10% mindre vätskemängd av Foraform än av ättika (Tabell 5). LD_{50} -värdet för 24% ättiksyra och Foraform är nästan lika stora och detsamma gäller för de 6%-iga lösningarna.

Tabell 5. Beräknade parametrar från huvudförsöket med ättika och Foraform mot vitsenap med 4 - 6 blad enligt modell (1). LD_{90} (mängd preparat vid 90% ogräsdöd) har beräknats från modell (3). Standard error (s.e.) är angivna i parenteserna

Konc. Preparat	D = Övre gräns (st/m ²) (s.e.)	b = Lutning (s.e.)	a = LD_{50} (Vätskemängd) (l/m ²) (s.e.)	LD_{90} (Vätskemängd) (l/m ²) (s.e.)
24% Ättika	153 (6)	3.08 (0.37)	0.11 (0.01)	0.27 (0.01)
24% Foraform	153 (6)	2.68 (0.34)	0.11 (0.01)	0.29 (0.02)
6% Ättika	153 (6)	3.37 (0.43)	0.38 (0.03)	0.80 (0.03)
6% Foraform	153 (6)	3.90 (0.60)	0.36 (0.03)	0.72 (0.03)

Anm. Vid besprutningen vägde vitsenapsplantorna 1.74 g/planta och 616 g/m². Planttätheten var 354 st/m².



Figur 8. Effekt av 24%-ig ättika och 24%-ig Foraform (vänster), 6%-ig ättika och 6%-ig Foraform (höger) på vitgröe med en skottäthet på 34500 st/m². (□ — □) ättika, (○ — ○) Foraform. Dos-responskurva enligt modell (1) kap. 5.7 och parametrar enligt Tabell 7.

I försöket med vitgröe gav Foraform en något kraftigare ogräsreduktion än vad ättiksyran gjorde (Figur 8). LD_{90} -värdet för 24% Foraform var 0.28 l/m². P.g.a. ett osäkert resultat från huvudförsöket med 24% ättiksyra går det ej att säga hur mycket av preparaten som behövs för att få 90% ogräsdöd. I det inledande försöket med vitgröe kunde man dock se att det gick åt ca 0.2 l/m². Det skulle troligen behövts något mer 24% ättiksyra, om gräset hade fått växa lika länge och utveckla lika kraftigt rotsystem som det gjorde i huvudförsöket. Vid behandlingen med 6%-iga lösningar gick det vid LD_{90} åt ca 20% mindre vätskemängd av Foraform än av ättika (Tabell 6). Värdena för lutningen b är alltför olika i försöket med vitgröe, för att man

skall kunna säga att preparaten verkar på ett liknande sätt. Orsaken till att parametern D ej är 100% är bl.a. att det var en del döda vitgröeplantor i det obehandlade ledet.

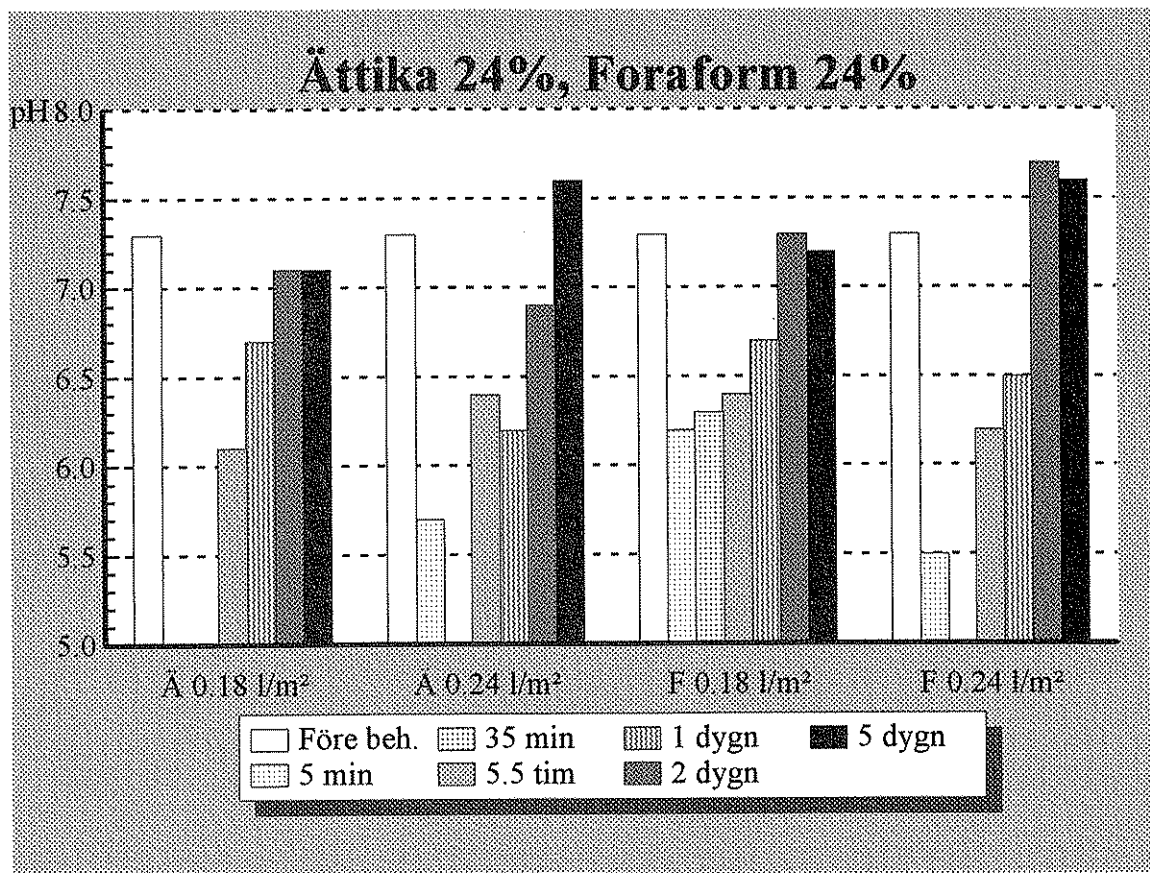
Tabell 6. Beräknade parametrar från huvudförsöket med ättika och Foraform mot vitgröe med i genomsnitt 34500 st skott per m² enligt modell (1). LD₉₀ (mängd preparat vid 90% ogräsdöd) har beräknats från modell (3). Standard error (s.e.) är angivna i parenteserna

Konc. Preparat	D = Övre gräns		b = Lutning		a = LD ₅₀ (Vätskemängd)		LD ₉₀ (Vätskemängd)	
	(%)	(s.e.)		(s.e.)	(l/m ²)	(s.e.)	(l/m ²)	(s.e.)
24% Ättika*	98.0	(3.7)	2.90	(0.77)	0.44	(0.03)	0.94	(0.19)
24% Foraform	97.7	(5.6)	3.68	(0.64)	0.16	(0.01)	0.28	(0.02)
6% Ättika	91.5	(4.8)	8.38	(1.70)	0.74	(0.03)	0.96	(0.04)
6% Foraform	98.5	(4.6)	4.54	(0.66)	0.46	(0.02)	0.75	(0.04)

Anm. Vid besprutningen var vitgröeplantorna 8 cm höga efter tre klippningar. * Värdena för 24% ättika är osäkra. Se avsnitt; koncentrationens betydelse för sprutresultatet kap 6.3.1.

6.4 pH-förändring i torvjord vid tillförsel av ättika och Foraform

I det inledande försöket med vitgröe (odlad i så- pluggjord, bestående av 85% torv och 15% sand), kunde man se att pH-värdet sjönk efter besprutning med 24% ättika och 24% Foraform från pH 7.3 till ca 5.6 i de prover som togs ut 5 minuter efter behandlingen (0.24 l/m² ättika och Foraform). Efter två dygn hade pH-värdet i jorden återgått till det ursprungliga värdet d.v.s. pH 7.0 till 7.5. Det var ingen större skillnad på storleksgraden av pH-sänkningen mellan de olika preparaten, eller mellan 0.18 och 0.24 liter sprutvätska per m² (Figur 9).



Figur 9. pH-förändringen i torvjord vid olika tidpunkter efter behandling med 0.18 l/m² och 0.24 l/m² 24 % lösningar av ättika och Foraform.

7 DISKUSSION

7.1 Verkningsätt

Vid okulär besiktning av försöken konstaterades att växterna påverkades nästan omedelbart av ättika och Foraform. Bladens naturligt gröna färg förändrades inom loppet av några timmar. Efter en till två dygn hade testogräset vissnat ned. Vid lägre mängder av preparaten vissnade endast bladkanterna resp. bladskivornas toppar. Ovanstående iakttagelser stämmer väl överens med det verkningsätt som kontaktverkande herbicider har. De verkar nämligen snabbt och drastiskt dödande. Transportmekanismerna sätts då ur funktion (Åberg, 1974). Ättika och Foraform har troligen ej systemisk verkan. Systemiska herbicider har nämligen en fördröjd verkan. De låter bladen leva vidare en tid medan giftet transporteras med de naturliga transportmekanismerna så att de sprids till växtens alla delar. Det vore intressant att undersöka om preparaten har jordverkan eftersom de flesta ämnen som tillförs marken kan tas upp av rötterna (Åberg, 1974). Dessutom vet man att ättiksyra hindrar rötters tillväxt och frön från att gro (Lynch, 1980).

Många herbicider är svaga organiska syror som i odissocierad form är fettlösliga men i dissocierad form vattenlösliga (Åberg, 1974). Både ättika och Foraform är svaga organiska syror (Solomons, 1988) och borde därför vara fettlösliga vid låga pH-värden. Fettlösliga preparat kan lättare ta sig igenom växtens vaxskikt och orsaka kraftigare ogräsdöd.

I försöket med vitgröe konstaterades att ättika och Foraform hade gasverkan på ogräset. Efter besprutningen ställdes alla lådor med vitgröe bredvid varandra. Grästopparna i de obehandlade lådorna vissnade på ett avstånd av ca 0.5 meter från de behandlade lådorna. Detta resultat visar att den omgivande vegetationen kan påverkas av sprutvätskan vid bekämpning av ogräs med ättika och Foraform, trots att den inte direkt träffas.

7.2 Dosbehov

Försöken visade att 6%-iga lösningar vid samma dos aktiv substans var effektivare än 24%-iga. Det är inte troligt att detta beror på en bättre täckningsgrad hos 6%, p.g.a. den stora mängd sprutvätska som användes. I försöket användes upp till 1.92 l/m² (19200 l/ha) lösning vilket motsvarar 1,92 mm regn. Växten kunde ej hålla kvar hela denna vätskemängd utan en del av den rann av. Trots detta erhöles en kraftigare ogräsdöd vid större mängder av sprutvätskan. Om preparaten förutom den kontaktverkan som de troligen har, även har en jordverkan bör de lättare tas upp av jord och rötter när 6% lösningar används. De större vätskemängderna innebär också större avrinning och därmed större andel aktiv substans som tillförs jorden istället för att fastna på de ovanjordiska delarna.

Koncentrationen i gasfasen är högre vid 24% lösningar av ättika och Foraform än vid 6% lösningar av preparaten. Det leder till större gasverkan på den omgivande vegetationen, men trots detta är ogräseffekten större vid bekämpning med 6% lösningar vid samma dos aktiv substans. Det kan eventuellt bero på att 6% lösningar kan verka under längre tid på ogräset (se Koncentration - flyktighet - gasverkan kap. 4.5). Lösningar med 24% koncentration har en kraftigare brännande effekt på ogräset, men p.g.a. att ättikan avdunstar snabbare från 24%

lösningar så kan den större mängd sprutvätska som finns i 6% lösningar vid samma dos aktiv substans leda till en kraftigare ogräsdöd.

Vid besprutning med 6% lösningar var vi tvungna att spruta plantorna 4 gånger för att få rätt mängd sprutvätska per m², medan det räckte att spruta plantorna en gång med 24% sprutvätska. Detta förfaringssätt kan eventuellt ha påverkat en del av resultatet.

Det är svårt att tala om vilket testogräs som är lättast att bekämpa, p.g.a. att de har växt under olika betingelser. I huvudförsöket fick vitsenapen växa på friland, medan plantorna som användes i försöken med vitgröe fick växa i växthus.

De mängder ättika och Foraform som behövs för att få 90% ogräsdöd är mycket höga, jämfört med de mängder konventionella herbicider som används i t.ex. jordbruket. Vid bekämpning av kvickrot på träda, används 4 liter Roundup (glyfosat) i 50 - 300 liter vatten per ha. Detta kan jämföras med att det behövs ungefär 2500 - 3000 l/ha (0.25 - 0.30 l/m²) av 24% ättika eller 24% Foraform, ca 7200 - 9500 l/ha (0.72 - 0.95 l/m²) av 6% ättika eller 6% Foraform för att få 90% ogräsdöd i vitsenap och i vitgröe. Det kan innebära praktiska problem när en stor mängd vätska skall transporteras till de ytor som skall bekämpas.

Vid ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor som gatsten och kantsten, kommer man i endast att punktbekämpa ogräset. Det blir därför möjligt att bekämpa ogräset på stora ytor med mindre mängd ättika eller Foraform än vad som här angivits. Ovanstående vätskemängder är nämligen grundade på att hela ytan bekämpas.

7.3 Förändring av pH i jord

I det inledande försöket med vitgröe undersöktes hur pH-värdet förändrades i så- och pluggjord bestående av 85% torv och 15% sand, efter besprutning med 24% ättika och Foraform. Man kunde se att det sjönk omedelbart från 7.3 till 5.5 - 6.2. Det kan jämföras med en mossetorvs pH-värde (kommer från högmossar med främst vitmossor) som är under 5.5 (Wiklander, 1976). För de flesta grödor är pH 6.5 det gynnsammaste värdet i odlingsjorden. En undersökning visade att det genomsnittliga pH-värdet i nederbörden under juni månad var ca 4.5 i Skåne (Jansson och Broberg, 1981). Katjonbyteskapaciteten (CEC) d.v.s. jordens förmåga att buffra är i torvjordar mycket hög, vanligen över 100 me per 100 g/jord, medan sandjordars CEC är under 10 me per 100 g jord (Wiklander, 1976). Hade en liknande pH-analys gjorts i sandjord skulle troligen pH-värdet blivit lägre än vad som erhöles i denna undersökning p.g.a. sandjordens låga katjonbyteskapacitet.

Resultaten från försöken tyder på att ättikans och Foraforms verkan på miljön är liten. Jordens pH-värde steg efter ca två dygn till det normala efter behandlingen. Därmed kommer preparatens inverkan på t.ex. mikroorganismer och växtnäringsämnenas tillgänglighet p.g.a. lägre pH-värde, endast bli kortvarig.

8 ORDLISTA

Alifatisk förening	En alifatisk förening är en alkan, alken, alkyn, cykloalkan, cykloalken, eller derivat av ovanstående föreningar (Solomons, 1988).
Alifatisk syra	Alifatisk förening med OH-grupp.
Dissocierad	H-jonen är frigjord från syramolekylen, detta sker vid högt pH.
Dos	Mängd eller vikt aktiv substans av preparatet per ytenhet.
Fettsyra	Molekyl som har en -COOH-grupp och en lång kolvätekedja. Fettsyror är byggstenar i fetter, oljor, fosfolipider, glykolipider och vaxer (Curtis & Barnes, 1989).
Fytotoxiska	Växtgiftiga (Fyto = växt).
Herbicides	Kemiska ogräsbekämpningsmedel.
Isättika	'Innehåller vanligen minst 99% ättiksyra, max. 0.2% myrsyra och små mängder vatten' (Kemikontoret, 1989).
Katjonbyteskapacitet	Den totala summan av utbytbara katjoner som en jord kan adsorbera (= CEC). CEC uttrycks i me (milliekvivalenter) per 100 g jord = cmol/kg (Brady, 1984).
Odissocierad	H-jonen är bunden till syramolekylen, detta sker vid lågt pH.
R ² -värde	Ett mått på hur bra modellen stämmer överens med de avlästa värdena från försöket.
Respons	Effekten av en behandling, här ogräsdöd.
Stark syra	Syra som joniseras helt i utspädda vattenlösningar (Lehninger, 1982).
Svag syra	Syra som inte joniseras helt i vattenlösningar (Lehninger, 1982).
Toxisk	Giftig.
Vätskemängd	Mängd aktiv substans och vatten i sprutvätskan per ytenhet.

9 LITTERATUR

- Anonym. (1993a) Att göra pengar ur rök - Perstorp 1881 - 1981. Perstorp AB. Adress: 284 80 Perstorp.
- Anonym. (1993b) Foraform, Flytande ensileringsmedel som ger säkrare arbetsmiljö och bättre djurhälsa. Perstorp Specialkemi Lantbruk (1993). Adress: Perstorp AB, 284 80 Perstorp.
- Anonym. (1993c) Information om ättika. CPC Foods AB. Adress: Box 2126, 291 02 Kristianstad.
- Anonym. (1993d) Tillverkning av biologisk ättika. CPC Foods AB. Adress: Box 2126, 291 02 Kristianstad.
- Ascard, J. (1993) Dose-response models for flame weeding in relation to plant size and density. *Weed Research*, (in print).
- Atkins, P. W. (1992) *Physical Chemistry*. Fourth Edition. Oxford University Press. Oxford.
- Brady, N. C. (1984) *The Nature and Properties of soils*. Ninth edition. Macmillan Publishing Company. New York.
- Bäckström, J. & Reineskog, M. (1993) *Väglledning till miljöfarlighetsbedömning*. Kemikontoret. Stockholm.
- Curtis, H. & Barnes, N.S. (1989) *Biology*. Fifth edition. Worth Publishers, INC. USA.
- DeVleeschauwer, D. Verdonck, O. & Van Assche, P. (1981) Phytotoxicity of Refuse Compost. *BioCycle* January/February, 44 - 46.
- Harper, S.H.T. & Lynch, J.M. (1982) The role of water-soluble components in phytotoxicity from decomposing straw. *Plant and Soil* 65, 11 - 17.
- Hart, H. (1983) *Organic Chemistry a short course*. Sixth Edition. Michigan State University, USA.
- Jansson, M. & Broberg, A. (1981) Abiotiska faktorerers karaktäristiska, funktion och omsättning i sötvatten. *Limnologiska Institutionen, Uppsala Universitet*. Kemikontoret. (1992) Ättiksyra 90 - 100%. *Miljöskyddsblad* nr 39. Stockholm.
- Kemikontoret. (1989) Ättiksyra 90 - 100%. *Skyddsblad* nr 39. Stockholm.
- Lehninger, A.L. (1982) *Principles of Biochemistry*. Worth Publishers, Inc. New York.
- Lynch, J.M. (1980) Effects of organic acids on the germination of seeds and growth of seedlings. *Plant, Cell and Environment*, 3, 255 - 259.
- Solomons, T.W.G. (1988) *Organic Chemistry*. Fourth Edition. University of South Florida. USA.
- Svensson, R. (1977) *Bedömningar i sortförsök med grönytegräs*. Opublicerad. Sveriges lantbruksuniversitet. Adress: Inst. för trädgårdsvetenskap, Avd. för tillväxt och utveckling, Box 33, 230 53 Alnarp.
- Streibig, J.C. (1988) Herbicide bioassay. *Weed Research*, volume 28, 479 - 484.
- Streibig, J.C., Rudemo, M. & Jensen, J.E. (1993a) Dose-response curves and statistical models. In: Streibig, J.C. & Kudsk, P. (Ed.) *Herbicide Bioassay*. Boca Raton, FL, CRC press, 29 - 55.
- Streibig, J.C., Jensen, J.E., Olofsdotter, M., Haas, H., Andreassen Chr. & Lawaetz, E. (1993b) Testing hypothesis with dose-response curves. 8th EWRS symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application", Braunschweig, 423 - 431.
- Wiklander, L. (1976) *Marklära*. Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- Åberg, B. (1974) *Herbiciders fysiologiska verkningssätt*. Växtfysiologiska institutionen, Lantbrukshögskolan, Uppsala.